

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы	
<b>Тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики</b>	

УДК 614.842.6:621.316.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Плякина Карина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	К.Т.Н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Л.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2020 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению  
20.03.01 Техносферная безопасность**

<b>Код результат а</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</b>
<b>Общие по направлению подготовки</b>		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
<b>Профиль</b>		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по

		противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.03.01 Техносферная безопасность  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
04.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Плякина Карина Сергеевна

Тема работы:

Тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

8.06.2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования – ТОО «Главная распределительная энергостанция», р. Казахстан, Карагандинская область, п. Топар. Функциональное назначение – выработка электроэнергии.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Аналитический обзор литературных источников с целью изучения особенностей тушения пожара на объектах энергетики, в частности на открытом распределительном устройстве. Анализ пожарной опасности открытого распределительного устройства. Расчет сил и средств для ликвидации пожара на трансформаторе.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Рисунки
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Спицына Любовь Юрьевна
--	------------------------

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	к.т.н.		04.02.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Плякина Карина Сергеевна		04.02.2020 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.20	Введение. Постановка целей и задач.	5
26.03.20	Аналитический обзор литературных источников.	10
5.04.20	Анализ оперативно-тактической характеристики объекта исследования.	15
20.04.20	Анализ пожарной опасности открытого распределительного устройства объекта энергетики.	15
10.05.20	Расчет сил и средств пожарных подразделений для тушения пожара.	25
21.05.20	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	10
08.06.20	Оформление и представление ВКР.	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	к.т.н.		04.02.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Плякиной Карине Сергеевне

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Подразделение	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>1. Характеристика объекта исследования.</b>	Объектом исследования является тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики. Рабочая зона – открытое распределительное устройство ГРЭС, п. Топар, Карагандинской области.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность</b>	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов – повышенный уровень шума на рабочем месте; – неудовлетворительная освещенность рабочей зоны; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – поражение электрическим током; – физические и нервно-психические перегрузки организма работающего, связанные с напряженностью трудового процесса
<b>3. Экологическая безопасность</b>	– анализ воздействия объекта исследования на окружающую среду – решение по обеспечению экологической безопасности
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

	– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Плякина Карина Сергеевна		



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Плякиной Карине Сергеевне

Школа	ИШНКБ	Отделение школы	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 26300 Оклад студента – 2500
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Дополнительная заработная плата – 15% Районный коэффициент – 30% Накладные расходы – 16% Премияльный коэффициент – 30% Коэффициент доплат и надбавок – 20% Бюджет проекта – не более 100 тыс.руб.: - затраты на оплату труда – не более 50 тыс. руб. Показатель интегральной ресурсоэффективности – не менее 3 баллов из 5.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ Quad-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - материальные затраты; - затраты на оборудование; - заработная плата (основная и дополнительная) - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Интегральный финансовый показатель Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Технология Quad
4. Диаграмма Ганта
5. Бюджет НИ
6. Основные показатели эффективности НИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику****Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Плякина Карина Сергеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 86 стр., 7 рис., 18 табл., 24 источника, 3 прил.

Ключевые слова: пожар, объект энергетики, тушение пожара, открытое распределительное устройство, силы и средства пожаротушения, тактика тушения, пожарная опасность.

Объектом исследования является «Главная распределительная энергостанция» п. Топар, Карагандинской области, р. Казахстан.

Цель работы – изучение тактики и особенностей тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

В процессе исследования проводилось изучение источников литературы по тактике тушения пожара, пожарной опасности открытого распределительного устройства, изучение методики расчета сил и средств для тушения пожара на открытом распределительном устройстве.

В результате исследования были рассчитаны силы и средства для тушения открытого распределительного устройства ГРЭС.

Область применения: пожаротушение.

Экономическая эффективность/значимость работы: результаты, полученные при расчетах, могут помочь ликвидировать пожар в кратчайшие сроки.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГОСТ – государственный стандарт;  
ОРУ – открытое распределительное устройство;  
ГРЭС – главная распределительная энергостанция;  
ЧС – чрезвычайная ситуация;  
АЦ – автоцистерна пожарная;  
СНиП – строительные нормы и правила;  
ОФП – опасные факторы пожара;  
ПЧ – пожарная часть;  
ПБ – пункт безопасности;  
АУП – автоматическая установка пожаротушения;  
ГДЗС – газодымозащитная служба;  
ДБ – децибел;  
ПГ – пожарный гидрант;  
ССБТ – система стандартов безопасности труда;  
РТП – руководитель тушения пожара;  
СИЗ – средства индивидуальной защиты;  
ОВБ – оперативно-выездная бригада;  
РСК – ручной ствол комбинированный;  
ГПС – генератор пены средней кратности.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	16
1. Особенности развития пожара на объектах энергетики .....	18
1.1. Статистические данные по пожарам на объектах энергетики .....	18
1.2. Возникновение пожара на объектах энергетики .....	19
1.3. Основные действия при тушении пожара на объектах энергетики.....	21
1.4. Особенности тушения пожара на открытом распределительном устройстве .....	24
1.4.1. Правила тушения пожара на открытом распределительном устройстве .....	24
1.4.2. Тушение трансформаторов .....	26
1.4.3. Тушение выключателей .....	27
1.5. Рекомендации по предварительному расчету сил и средств.....	27
2. Объект исследования .....	29
2.1. Оперативно-тактическая характеристика ТОО «Главная распределительная энергостанция» .....	29
2.2. Общие сведения об открытом распределительном устройстве ГРЭС ..	31
2.3. Анализ пожарной опасности открытого распределительного устройства .....	32
3. Расчет сил и средств .....	37
4. Социальная ответственность .....	42
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ....	42
4.1.1. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ....	44
4.2. Производственная безопасность .....	44
4.2.1. Токсические вещества, образующиеся при пожаре. ....	45
4.2.2. Высокая температура в зоне горения .....	46
4.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации .....	48
4.2.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	49
4.2.5. Раскаленные поверхности конструкций.....	50
4.2.6. Задымленность .....	50

4.2.7. Физические и нервно-психические перегрузки организма во время трудового процесса.....	51
4.2.8. Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции .....	52
4.2.9. Расположение рабочего места на высоте .....	52
4.2.10. Открытое пламя и искры.....	54
4.2.11. Поражение электрическим током .....	55
4.3. Экологическая безопасность.....	55
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	56
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	58
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	59
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	59
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	60
5.1.3. SWOT-анализ .....	61
5.1.4. Анализ Quad .....	62
5.2. Планирование научного исследования.....	63
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	63
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	65
5.2.3. Разработка графика проведения НИ .....	65
5.3. Бюджет научно-исследовательского проекта .....	68
5.3.1. Расчет материальных затрат научного исследования.....	68
5.3.2. Расчет затрат на программное обеспечение для научных работ ....	69
5.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы .....	70
5.3.4. Дополнительная заработная плата .....	72
5.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды.....	72
5.3.6. Накладные расходы .....	73
5.3.7. Формирование бюджета затрат НИ .....	74
5.4. Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности НИ .....	74
Заключение .....	78

Список литературы .....	80
Приложения .....	82

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в нашем мире возникает множество различных чрезвычайных ситуаций, которые влекут за собой цепочку негативных последствий для окружающего мира, т.е. для живых организмов и природной среды. Чрезвычайные ситуации нарушают условия нормальной жизнедеятельности людей. В результате ЧС могут пострадать различные сферы жизни человека. Данные явления нарушают привычный ритм жизни людей, так как от них также страдают и объекты жизнеобеспечения. К объектам жизнеобеспечения относятся объекты, обеспечивающие людей условиями нормальной жизнедеятельности, т.е. к ним относятся в первую очередь объекты энергетики.

Энергетика – вид антропогенной деятельности, который направлен на получение, использование различных видов энергии для удовлетворения потребностей людей. К объектам энергетики относятся различные электростанции, которые производят различные виды энергии, после чего она направляется к потребителям.

Одной из самых распространенных чрезвычайных ситуаций на объектах энергетики является пожар. Пожар – это неконтролируемый процесс горения различных горючих веществ и материалов, который может привести к материальному и экологическому ущербу, а также к нарушению здоровья и гибели людей. На объектах энергетики, как правило, происходят сложные производственные процессы, поэтому они имеют высокий фактор риска возникновения пожара. Возникший пожар опасен тем, что может нарушиться работа объекта, и населенные пункты могут стать непригодными для жизни людей.

Чтобы предотвратить нарушение бесперебойной работы объекта энергетики во время пожара, необходимо в данных условиях ликвидировать пожар в кратчайшие сроки. Каждый пожар, объект энергетики, имеющиеся горючие материалы и причины возникновения пожара являются



уникальными, и, несмотря на это, можно выделить общие особенности, позволяющие структурным подразделениям пожарных быть максимально подготовленными к возникшей чрезвычайной ситуации. Определенный алгоритм действий, методы борьбы с пожаром на объекте энергетики, расчет сил и средств для ликвидации пожара, разрабатываются именно на основе общих особенностей, и это позволяет в большинстве случаев ликвидировать пожар в кратчайшие сроки и нормализовать работу данного объекта, и возможно, зависящих от него территорий.

Из всего вышеизложенного, можно сказать, что данная тема исследования является актуальной по следующим причинам:

- пожары на объектах энергетики наносят большой материальный ущерб и влекут за собой гибель людей;
- пожары на энергетических объектах влекут за собой цепочку последствий, от отключения электрической и тепловой энергии до остановки отдельных предприятий.

Целью данной работы являлось изучение тактики и особенностей тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

Для достижения поставленной цели выполнению подлежали следующие задачи:

1. Изучить общие сведения об объекте и открытом распределительном устройстве.
2. Выявить особенности тушения пожара на объектах энергетики.
3. Оценить пожарную опасность открытого распределительного устройства объекта энергетики.
4. Выявить особенности тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.
5. Произвести расчет сил и средств, необходимых для ликвидации и локализации пожара на одном из силовых трансформаторов, расположенном на открытом воздухе объекта энергетики.

# 1. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

## 1.1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПОЖАРАМ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

По данным статистики с 2006 по 2016 годы в Российской Федерации всего произошло 1923300 пожаров, на которых погибло 138276 человек.

Пожары на энергетических объектах представляют значительную угрозу, как жизни и здоровью населения, так и экономике. Анализ статистики пожаров на данных объектах показал, что с 2001 по 2016 год произошло 3723 пожара, общий прямой ущерб от которых составил 114985 тыс. руб.[1]

Распределение пожаров и загораний по месту их возникновения имеет следующий вид, представленный на рисунке 1.

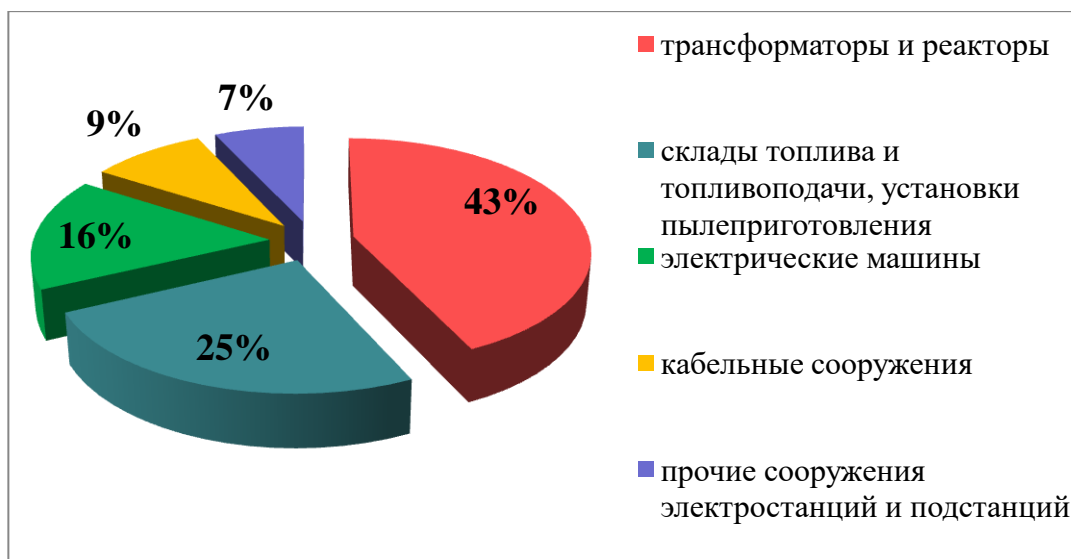


Рисунок 1 – Распределение пожаров на объекте энергетики по месту возникновения

Сильный износ энергетического оборудования относится к основной причине возникновения пожаров на энергообъектах. Данная причина составляет 70% от всех причин. Также к причинам возникновения пожаров относится низкий контроль со стороны обслуживающего персонала за состоянием электрооборудования, не соблюдение требований пожарной

безопасности, внешние воздействия, повреждение электрических устройств и др. [2,3].

## **1.2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ**

Пожарную опасность здесь представляют в первую очередь трансформаторы, а также наличие кабельного хозяйства. На многих крупных подстанциях также имеется большое количество трансформаторного масла, находящегося на специализированных масляных станциях. Это, в свою очередь, также увеличивает пожарную нагрузку данных объектов.

При пожарах на трансформаторах сценарий и особенности развития могут быть различными. При возникновении короткого замыкания происходит контакт электрической дуги с маслом или же с выделяющимися в результате его разложения горючими газами, такими как метан, водород и другие, что может привести к взрыву на подстанции, который может разрушить соседние трансформаторы, масляные выключатели и другие электроустановки открытых распределительных устройств. Выброс масла с выключателей и его дальнейшее растекание влечет за собой дальнейшее распространение пожара в другие помещения, включая кабельное хозяйство и участки распределительного щита. За счет большого количества масла на каждом реакторе или трансформаторе пожары на подстанциях при возникновении аварийной ситуации могут достигать достаточно крупных размеров с серьезными последствиями.

Противопожарная защита электростанций является одной из главных задач энергетических объектов во всем мире, чтобы предотвратить катастрофу. Трансформаторные барьеры необходимы для защиты персонала и объектов в случае взрыва трансформатора, а также для предотвращения возникновения цепной реакции с соседними трансформаторами.

При наличии на месте множества горючих материалов и жидкостей, пожар на электростанции может нанести поистине большой ущерб. Взрыв

или пожар только в одном районе электростанции может значительно снизить или даже прекратить работу всей электростанции на несколько дней, и даже недель.

Пожары на энергетических предприятиях также могут возникать на разных участках и по разным причинам. Пожары, возникающие в машинных отделениях, в первую очередь обусловлены высоким уровнем пожарной нагрузки данных помещений. Пожарная нагрузка данных участков энергообъектов вызвана наличием на них большого количества машинного масла, электроизоляцией, которая также способна гореть и наличием смазочной системы установленных генераторов. В случае возникновения аварии, расположенные в данных помещениях турбогенераторы также могут стать дополнительной причиной распространения пожара, увеличения его площади. Учитывая разность высот расположения оборудования, при пожаре возможно его распространение на разных уровнях. Турбогенераторы находятся на высоте 8–10 м. Смазочная система включает в себя масляные емкости объемом порядка 10–15 т, насосы, а также маслопроводы, используемые для подачи масла на генераторы. Давление масла в данных элементах смазочной системы может достигать порядка 1,5 МПа. Такая конструкция в совокупности с расположением емкостей для масла (в отличие от турбогенераторов, данные емкости устанавливаются на нулевой отметке) делает возможным при повреждении системы смазки распространение пожара не только на их уровне, но и на уровне специализированных площадок, на которых установлены турбогенераторы. За счет высокого давления в маслопроводах при возникновении пожара горящее масло может выходить наружу, в результате чего образуется сильное пламя (факел), наносящее ущерб металлическому покрытию помещений, что, в свою очередь, ведет к риску обрушений данных конструкций.

Помимо этого, в данных помещениях существует опасность взрыва, обусловленная наличием на объектах аппаратуры под давлением и трубопроводов. Также взрыв возможен в результате повреждения системы

охлаждения. Последствиями взрывов может стать разрушение имеющихся поблизости маслопроводов, что влечет за собой растекание масла на все уровни, а также в кабельные помещения, что увеличивает в разы площадь пожара.

Другим местом возникновения пожаров на энергообъектах являются кабельные помещения. В результате пожара за счет воздействия огня, короткого замыкания и высоких температур расплавляется металл и происходит разброс искр, температура становится выше. В данной ситуации дым и пламя быстро распространяется по всей площади помещения. Даже при отключенном напряжении скорость распространения огня по кабелям достаточно большая, примерно 0,3 м/мин. При включенном же напряжении данная величина увеличивается в несколько раз и может достигать до 0,8 м/мин. В данной обстановке скорость роста температуры характеризуется высокой интенсивностью и достигает порядка 50°C в минуту. Высокая скорость распространения пожара из кабельных помещений в другие помещения, включая места установки распределительных устройств, возникает угроза возгорания на других участках электростанций. Так, трансформаторное масло, находящееся в кабельных помещениях при загорании и растекании по территории, увеличивает в разы площадь пожара.

Несмотря на устанавливаемые на объектах системы защиты, нужно помнить о последствиях, которые могут повлечь за собой аварии, связанные с пожарами. Поэтому необходимо быстро и эффективно реагировать на пожар.

### **1.3. ОСНОВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ**

Заблаговременная подготовка к тушению – главный аспект успешного тушения пожаров на объектах энергетики. Кроме того, личный состав пожарных подразделений, который непосредственно привлекается к ликвидации пожара на энергетическом объекте, в обязательном порядке

проходит специальный инструктаж и изучает оперативно-тактические особенности объекта. Специальный инструктаж проводит инженерно-технический персонал энергетического предприятия.

На каждом объекте энергетики имеются в запасе средства индивидуальной защиты против поражения электрическим током. Кроме того, на объекте хранятся заземляющие устройства. СИЗ выдают прибывшим пожарным подразделениям, а также инженерно-технический персонал оказывает им помощь по заземлению пожарной техники.

В случае пожара, после сообщения о нем дежурным персоналом в пожарную охрану и руководству объекта, старший по смене производит разведку, т.е. определяет общие сведения о пожаре. Кроме того, старший по смене проверяет исправность АУП, производит действия по аварийному режиму, приступает к самостоятельному тушению пожара до прибытия пожарных подразделений.

После прибытия пожарных подразделений, старший по смене сообщает начальнику пожарных подразделений необходимые сведения о пожаре.

В случае пожара на объекте энергетики, необходимым условием на тушение пожара, является получение письменного разрешения на его ликвидацию. В данном документе обозначается название предприятия, место возникновения горения, наименование обесточенных электроустановок, места их расположения, максимальное напряжение, а также время выдачи разрешения. Если об отключении электрооборудования не указано в разрешении, то его считают под напряжением.

Параллельно с этим, представитель энергетического объекта на месте пожара устанавливает зону указателями, где личный состав пожарных подразделений может выполнять боевые действия по тушению пожара.

После прибытия пожарных подразделений, в обязательном порядке организовывается штаб пожаротушения. В него включается и старший представитель администрации объекта энергетики.

Разведкой пожара на объекте энергетики занимаются несколько разведывательных групп в разных направлениях. Разведка включает в себя сбор информации. Проводится для оценки обстановки и принятия решения по дальнейшим действиям по тушению пожара. По сути, разведка производится с момента выезда. При разведке, постоянно поддерживается связь со старшим по смене объекта энергетики.

Газодымозащитная группа должна состоять из 4–5 человек под руководством лиц начальствующего состава. Кроме того, должны быть организованы резервные звенья.

К общим задачам разведки относится определение параметров пожара, наличие и возможность проявления вторичных опасных факторов пожара, возможные пути распространения огня и т.д. Помимо общих задач, также определяют места, где пребывание пожарных невозможно, опасные факторы для пожарных при тушении, возможность взрыва и растекания горючих жидкостей и т.д. В течение разведки, необходимо постоянно держать связь со старшим по смене объекта энергетики.

Параллельно с организацией разведки, РТП определяет маршруты движения к очагу пожара и определяет боевые позиции. После, РТП инструктирует личный состав, и дает распоряжения на боевое развертывание сил и средств.

Порядок действий при боевом развертывании:

1. С учетом обстановки на пожаре, маршрутов движения к пожару, боевых позиций ствольщиков, а также мест для заземления пожарной техники РТП определяет расстановку сил и средств;

2. Ствольщики производят действия по заземлению ручных стволов в указанном месте. После того как все ручные стволы заземлены, ствольщики выходят на боевые позиции. Тем временем, подствольщики к боевым позициям прокладывают рукавные линии по маршруту, указанному РТП.

3. Водители пожарных машин заземляют насосы. За выполнением перечисленных работ, а также за их качеством выполнения следят

командиры отделений. Как только работы по боевому развертыванию закончились, командиры отделений сообщают об этом РТП. РТП проверяет правильность расстановки сил и средств, правильность в заземлении. После чего, если работы выполнены правильно, отдается команда на подачу огнетушащих средств в зону горения.

Свертывание сил и средств происходит в обратном порядке.

Существуют необходимые условия, при которых должно осуществляться тушение электроустановок под напряжением. Это:

- надежное заземление всей пожарной техники, ручных стволов, насосов;
- тушение пожара личным составом должно производиться в средствах индивидуальной защиты, т.е. в диэлектрических сапогах, перчатках;
- личный состав должен соблюдать безопасное расстояние от электроустановок под напряжением до себя;
- личный состав пожарных подразделений должен использовать эффективные огнетушащие вещества, способы их подачи.

Необходимо, все вышеизложенные действия, отрабатывать во время пожарно-технических учений и тренировок.[4]

## **1.4. ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ОТКРЫТОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ**

### **1.4.1. Правила тушения пожара на открытом распределительном устройстве**

При тушении электрооборудования, в обязательном порядке пожарные работают в средствах защиты от электропоражения, а также заземляют всю пожарную технику. Тушение пожара на электроустановке, должно производиться с соблюдением минимально безопасных расстояний от оборудования до пожарного с ручным пожарным стволом. На ГРЭС



номинальное напряжение ОРУ составляет от 35 до 110 кВ, поэтому минимально безопасное расстояние от пожарного до электроустановки должно составлять не менее 10 м. Тушение ОРУ чаще всего производят пеной средней кратности и тонкораспыленной водой с интенсивностью 0,2 л/с·м<sup>2</sup> и 0,1 л/с·м<sup>2</sup> соответственно. Пена средней кратности эффективна при тушении и является самой часто применяемой разновидностью пен. Кратность пены составляет от 20 до 200.[5] Помимо вышеуказанных огнетушащих средств, для тушения электроустановок применяют порошки, углекислоту и др. Но их применение зависит от значения напряжения.

Воздушно-механическая пена состоит из пенообразователя, воды и воздуха, и представляет собой ячеисто-плёночную дисперсную систему, состоящую из массы пузырьков воздуха, разделённых тонкими плёнками водного раствора пенообразователя.

Основным компонентом воздушно-механической пены служат пенообразователи, представляющие собой водные растворы поверхностно-активных веществ.

Получают воздушно-механическую пену механическим перемешиванием раствора пенообразователя с воздухом. Принципиальная схема получения воздушно-механической пены от пожарной автоцистерны показана на рисунке 2.

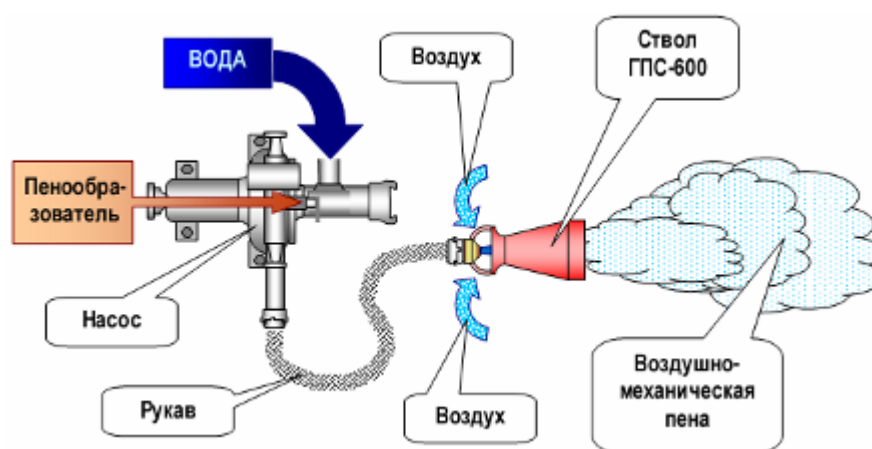


Рисунок 2 – Схема получения воздушно-механической пены

Для получения из водного раствора пенообразователя воздушно-механической пены и формирования пенной струи служат воздушно-пенные

стволы. Наибольшее распространение в пожарном деле имеет генератор пены средней кратности ГПС-600, предназначенный для получения из 6% водного раствора пенообразователя воздушно-механической пены средней кратности. [6]

#### **1.4.2. Тушение трансформаторов**

Перед тем, как приступить к тушению горящего трансформатора, необходимо отключить его со всех сторон от напряжения.

В ходе разведки, необходимо определить какие повреждения у трансформатора, сколько содержится изоляционного масла в баке и возможные направления его растекания, есть ли опасность взрыва расширительных бачков. При наличии стационарных установок пожаротушения следует привести их в работу.

Для предотвращения растекания горящего масла в ходе тушения создают заградительные валы из земли или песка, или отводные каналы. Одновременно готовят необходимое количество сил и средств, для тушения горящего трансформатора, и для защиты соседних электроустановок и сооружений.

Если масло горит над крышкой трансформатора и ниже ее масляный бак не поврежден, то на тушение вводят один-два ручных водяных ствола с насадками НРТ-5. Данная насадка обеспечивают оптимальный расход воды при интенсивности подачи  $0,2-0,24 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ . Если расширительный бачок на трансформаторе горит, то часть масла сливают в аварийную емкость. Обычно это 10% объема масла в трансформаторном баке. Если слить больше, то это может привести к повреждению обмоток, и, следовательно, пожар усложнится.

В случае, если крышка трансформатора сорвана, то масло горит в баке и вокруг трансформатора. При данной ситуации сначала тушат масло вокруг трансформатора. Тушение масла в баке при сорванной крышке

осуществляют пеной средней кратности или тонкораспыленной водой, которые подают с помощью пеноподъемников или выдвижных лестниц. [7]

#### **1.4.3. Тушение выключателей**

При загорании внутри выключателя, например, вследствие перекрытия изолятора происходит воспламенение паров масла и взрыв кожуха с выбросом горящего масла. При этом, после вызова пожарной охраны, всестороннего отключения горящего выключателя от напряжения, необходимо приступить к тушению пожара огнетушителями и песком. Если при взрыве горящее масло выброшено близко к другим маслонаполненным аппаратам, необходимо их также обесточить. Также, как и трансформатор, выключатели тушат пеной средней кратности, что в большинстве случаев, и тонкораспыленной водой.

При тушении электрооборудования, в обязательном порядке пожарные работают в средствах защиты от электропоражения, а также заземляют всю пожарную технику.[7]

### **1.5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМУ РАСЧЕТУ СИЛ И СРЕДСТВ**

В условия ЧС, времени на составление плана тушения, расчет сил и средств, практически никогда не бывает, следовательно, необходимо придерживаться определенных рекомендаций по предварительному плану и расчету сил и средств на тушение пожара.

Расчет сил и средств проводится при разработке оперативно-служебных документов, при решении тактических задач, либо на месте пожара или после его ликвидации.

Учитывая особенности рассматриваемого в работе объекта, нужно учитывать место возникновения пожара. Обычно, во время пожарно-тактических учений на объектах отрабатываются различные варианты возгораний и сценарии пожаров, однако полезно знать некоторые

рекомендации, которые помогут уменьшить время на ликвидацию пожара и повысить эффективность операции.

Все пожарно-тактические учения, проводимые на объектах энергетики, направлены на быстрое реагирование подразделений. Все необходимые параметры определяются заранее и вносятся в специальные карточки. Для определения размеров пожара, используют различные документы, в которых указаны размеры зданий, отдельных помещений, сооружений и установок.

Для успешного тушения пожара предварительно определяют:

- форму площади пожара;
- принцип расстановки сил и средств;
- требуемое количество сил и средств;
- требуемый и фактический расход воды;
- обеспеченность объекта водой;
- численность личного состава.

Выезжая на пожар, РТП уже должен знать, как организовать расстановку сил, а также знать примерный расчет средств и требуемого личного состава. Поэтому, крайне важным является проведение тренировок и изучение определенных инструкций, а также знание материалов рекомендательного характера.

## **2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОО «ГЛАВНАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГОСТАНЦИЯ»**

ТОО «Главная распределительная энергостанция» – электростанция национального и стратегического назначения. Расположена в Республике Казахстан, Карагандинской области, Абайском районе, в трех километрах от п. Топар. Производит электрическую энергию и частично тепловую энергию на нужды станции и отопление п. Топар и г. Абай. Площадь территории – 1 400 000 м<sup>2</sup>. Средняя отметка над уровнем моря – 540 м. Установленная мощность ГРЭС на 2019 год – 663 МВт.

Передача электроэнергии осуществляется по линиям напряжением 35, 110, 220 кВ. [8] ГРЭС представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – ТОО «Главная распределительная энергостанция»**

«Главная распределительная энергостанция Топар» состоит основных систем, включающих в себя топливное хозяйство, паротурбины и котельни, электрическую часть, систему золо- и шлакоудаления, систему химической подготовки воды, систему технического водоснабжения. Все перечисленные

системы находятся в главном корпусе, а также в других зданиях и сооружениях.

В котельном цехе располагаются две котельные установки первой и второй очереди соответственно. Они находятся в двух отдельных зданиях. Пар из паровых котлов передается к турбинам через паропроводы. В каждую котельную установку входят шестнадцать паровых котлов и паропроводы.

Мазутное хозяйство расположено отдельно на открытой территории. В нем принимается, хранится, сливается мазут. Основное функциональное назначение мазута – растопка паровых котлов.

Паротурбинная установка находится в машинном зале в бункерно-диаэракторном отделении. В нее входят паротурбины с электрическим генератором, конденсатор, питательные насосы, теплообменники, трубопроводы, вспомогательные системы и др.

Система золо- и шлакоудаления состоит из смывных аппаратов, каналов, золо- и шлакоотвалов и др. Зола, уходящая вместе с дымовыми газами улавливается на выходе из котла. Образующийся в топке котла шлак удаляется через лётку.

В электрическую часть ГРЭС входят открытые и закрытые распределительные устройства. С генератора поступает электрический ток напряжением в диапазоне 6–24 кВ. Для повышения напряжения используются трансформаторы. Они повышают приходящее на них напряжение. Они установлены на открытом воздухе. Далее электроэнергия передается на устройства, распределяющие ее до потребителей.

Система технического водоснабжения электростанции является прямоточной. Она обеспечивает подачу холодной воды. Холодная вода предназначена для охлаждения конденсаторов. Вода забирается насосами из естественного источника.

Система химической подготовки воды нужна для очистки воды. После всей подготовки она поступает в котлы. Очистка производится с целью избежания на внутренних поверхностях оборудования отложений. Все

хозяйство водоподготовки располагается в специально отведенном, отдельно стоящем здании химического цеха.

В таблице А.1 Приложения А представлены общие сведения об организации.

## **2.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКРЫТОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ ГРЭС**

Открытое распределительное устройство – распределительное устройство, основное оборудование которого расположено на открытом воздухе.

Функциональное назначение открытых распределительных устройств состоит в том, чтобы распределять электроэнергию до потребителей. С генераторов тока на трансформаторы поступает напряжение от 6 до 24 кВ, трансформаторы, в свою очередь, повышают напряжение до 35, 110, 220 кВ и оно передается по высоковольтным линиям. Все элементы ОРУ располагаются на бетонных основаниях. Высота установки над уровнем моря не более 1000 м. [9]

Класс напряжения ОРУ – 35, 110, 220 кВ. Номинальная частота питающей сети составляет 50 Гц.[8] В состав ОРУ на ГРЭС входит три трансформатора типа ТДЦ-175000/110У1 с суммарной мощностью 525 МВА. Масса одного повышающего трансформатора составляет 59000 кг, при этом масса трансформаторного масла в баке трансформатора составляет 26000 кг. [9]

Выполнены ОРУ по схеме «Две рабочие и обходная системы шин» с трансформаторами. [8]

Для заземления электрооборудования на территории ОРУ используется существующая наружная сеть заземления. Защиту электрооборудования от молний на территории ОРУ обеспечивает существующая система молниезащиты.

Между трансформаторами предусматриваются противопожарные перегородки. Также для них предусматриваются установки водяного пожаротушения, состоящие из водопитателей и трубопроводов. Источник воды для пожаротушения – существующий кольцевой противопожарный водопровод DN200. [8]

### 2.3. АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОТКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

По пожарной опасности ОРУ относятся к категории В<sub>Н</sub> (пожароопасность). Категория В<sub>Н</sub> характеризуется наличием в электроустановке горючих жидкостей, способных гореть при взаимодействии с кислородом воздуха, при наличии источника зажигания. 10]

На ОРУ основными источниками пожарной опасности являются силовые трансформаторы и масляные выключатели. Данное электрооборудование наиболее пожароопасно, так как в нем присутствует в больших объемах горючая жидкость. Горючей жидкостью в данном случае является изоляционное трансформаторное масло. Объем его, в зависимости от размеров электрооборудования, может достигать до 100 тонн. В трансформаторах изоляционное масло выполняет функцию диэлектрика и теплоотводящей среды. В масляных выключателях оно выполняет функцию диэлектрика и дугогасящей среды. Некоторые показатели пожароопасности трансформаторного масла приведены в таблице 1:

*Таблица 1 – Показатели пожарной опасности трансформаторного масла*

Трансформаторное масло	
$t_{\text{воспл.}}, ^\circ\text{C}$	180
$t_{\text{самовспл.}}, ^\circ\text{C}$	350
$t_{\text{всп.}}, ^\circ\text{C}$	135

Температура вспышки – это та температура, при которой смесь паров масла с воздухом вспыхивает при поднесении открытого пламени. Самая



низкая температура масла, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуется смесь газов с воздухом, способная вспыхивать от источника зажигания составляет 135°C.[9]

Температура воспламенения масла составляет 180°C.[11] Это минимальная температура, при которой масло способно загораться и гореть более чем 5 секунд. Температура самовоспламенения – минимальная температура, при которой масло способно самовоспламеняться. Она составляет 350°C.

При перегреве трансформаторного масла происходит его термическое разложение, вследствие чего выделяются газообразные вещества, такие как метан, водород, этилен и др. Смесь образующихся газообразных веществ с воздухом способна взрываться при взаимодействии с источником зажигания.

Пожар, возникший на трансформаторе, может создавать угрозу соседним установкам и трансформаторам.

Анализ имевших место инцидентов с пожарами на трансформаторах позволяет выявить причины возникновения и развития пожароопасных ситуаций и пожаров. На рисунке 4 и рисунке 5 представлены деревья причин возникновения пожара на трансформаторе и выключателе соответственно.

Как видно из схем, причинами пожаров на трансформаторе и выключателе могут являться:

- нарушение правил пожарной безопасности;
- повреждение устройства;
- грозовое явление;
- нарушение в эксплуатации электрооборудования;
- попадание воды в устройство;
- износ масла;
- неправильный монтаж.

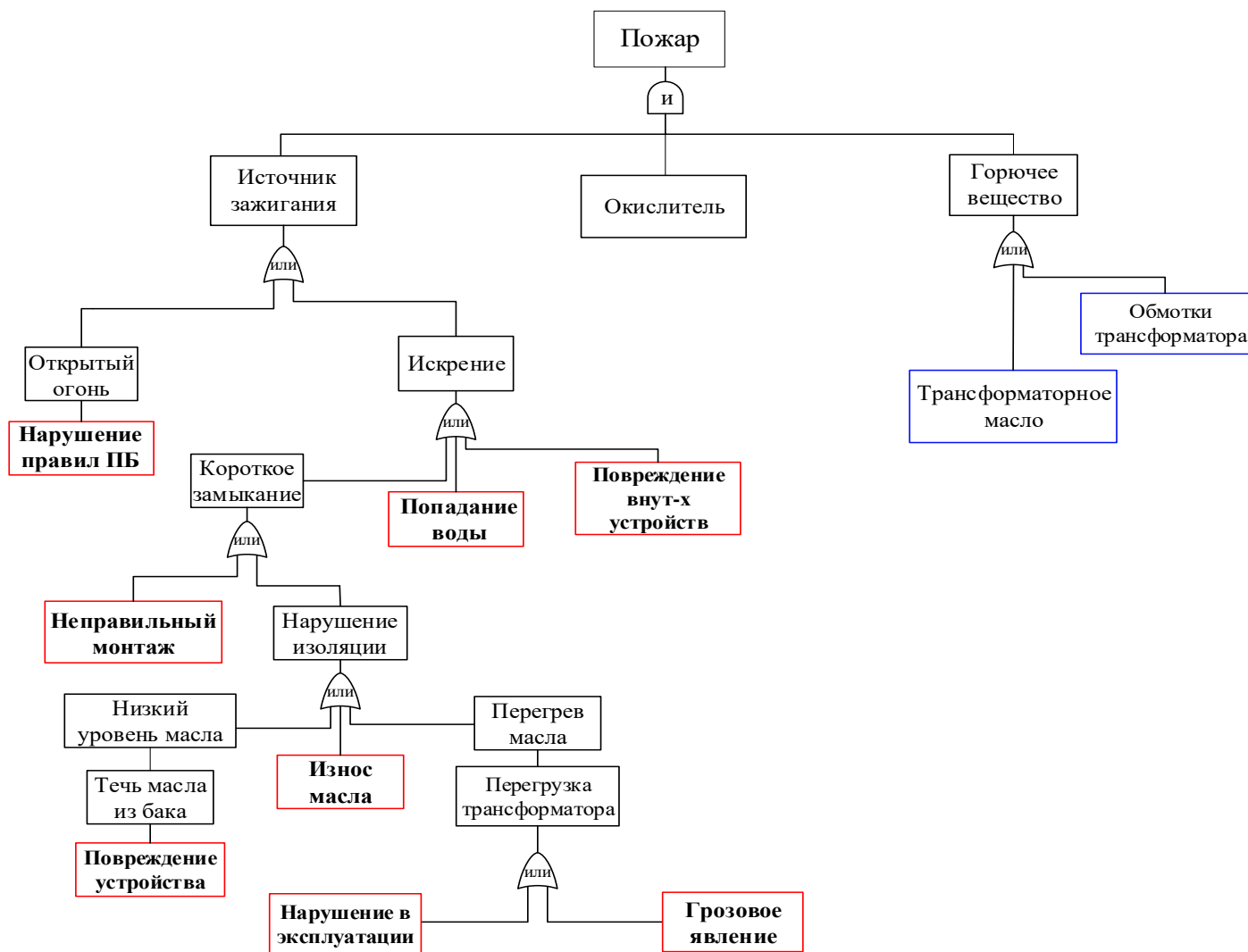


Рисунок 4 – Дерево причин пожаров на трансформаторе

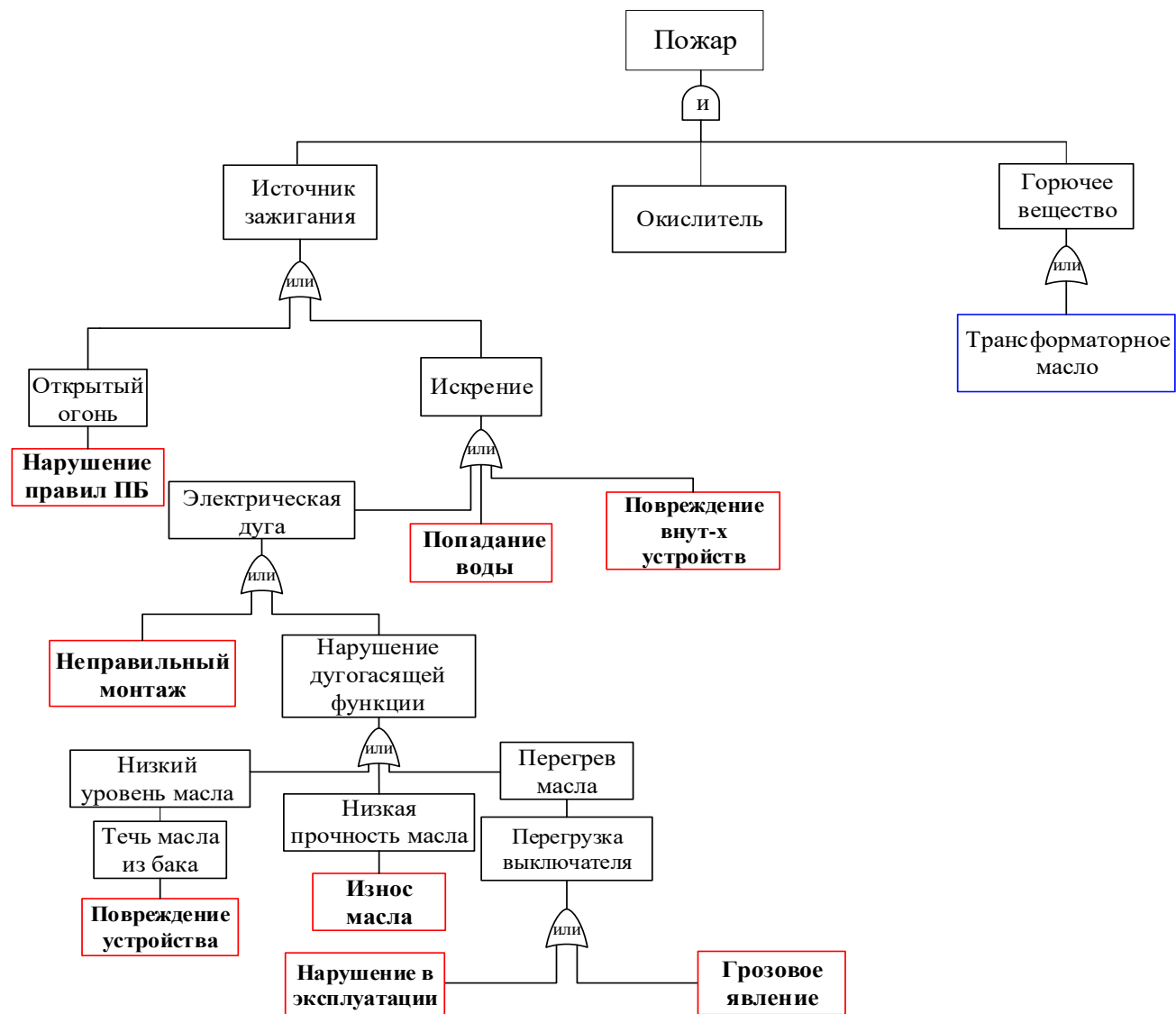


Рисунок 5 – Дерево причин пожаров на масляных выключателях

Наиболее часто пожар на трансформаторе возникает по следующему сценарию:

- в результате большой нагрузки на трансформатор, происходит перегрев трансформаторного масла, что влечёт к изменению его свойств;
- трансформаторное масло, предназначенное для изоляции находящихся под напряжением частей и узлов силового трансформатора, не справляется со своей задачей, что приводит к короткому замыканию (электрической дуге);
- факторы короткого замыкания (электрической дуги) интенсивно воздействуют на агрегат и трансформаторное масло, происходит нарушение герметичности и истечение горючего продукта;
- количество выходящего продукта и масштабы пожара увеличиваются со временем, что приводит к большому материальному ущербу и человеческим жертвам.

Для определения средств пожаротушения, необходимо определить класс пожара. В рассматриваемом случае, пожар на открытом распределительном устройстве будет относиться к классу Е – горение электроустановок, находящихся под напряжением. Кроме того, так как в электроустановках находится горючая жидкость, пожар будет относиться к классу В, подклассу В<sub>1</sub> – горение жидких веществ, нерастворимых в воде (нефтепродукты).[12]

Таким образом, средствами пожаротушения электроустановок являются песок, войлок или асбестовое волокно, огнетушители водные, воздушно-пенные и углекислотные. Водные и воздушно-пенные огнетушители используются только в случае отключения напряжения. Пожарные подразделения при тушении электроустановок с горючей жидкостью используют пену средней кратности или тонкораспыленную воду.

### 3. РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ

Для выполнения расчетов определяем начальные, исходные данные:

- Место возникновения – трансформатор;
- Назначение трансформатора – повышение напряжения;
- Причина возникновения – короткое замыкание;
- Линейная скорость горения – 1 м/мин.;[13]
- Интенсивность подачи огнетушащих средств 0,1–0,2 л/с·м<sup>2</sup>:[13]

Время сообщения о пожаре составляет 1 мин. Время полного боевого развертывания с подачей первого ствола на тушение составляет 1 минуту. Время обнаружения – 5 мин., время сбора – 1 мин., время обработки информации – 2 мин.

Методика расчетов взята из учебного пособия «Справочник руководителя тушения пожара».[13]

#### 1. Время свободного развития пожара:

Для определения площади пожара первоначально необходимо произвести расчет времени свободного горения  $t_{св}$ , то есть того времени, в течение которого пожар не тушится (с момента возникновения до момента первого ствола). Расчет производим по формуле:

$$t_{св} = t_{обн.} + t_{сооб.} + t_{обр.} + t_{сб.} + t_{сл.} + t_{б.р.} \quad (3.1)$$

где

$t_{обн.}$  – время обнаружения пожара, мин.;

$t_{сооб.}$  – время сообщения о пожаре, мин.;

$t_{обр.}$  – время обработки информации, мин.;

$t_{сб.}$  – время сбора, мин.;

$t_{б.р.}$  – время боевого развертывания, мин. (по нормативам ПСП);

$t_{сл.}$  – время следования на пожар.

Время следования:

$$t_{сл.} = L \cdot 60 / V_{двиг.} \quad (3.2)$$

где

$V_{\text{движ.}}$  – средняя скорость движения пожарного автомобиля (принимаем 40 км/мин;

$L$  – расстояние от пожарной части до места пожара – 3 км.

$$t_{\text{сл.}} = 60 \cdot 3/40 = 5 \text{ мин} \quad (3.3)$$

$$t_{\text{св.}} = 5 + 1 + 2 + 1 + 5 + 1 = 15 \text{ мин} \quad (3.4)$$

2. Путь, пройденный огнем при  $t_{\text{св.}} > 10$  мин:

$$R = 5 \cdot V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot t_2, \text{ где } t_2 = t_{\text{св.}} - 10 \quad (3.5)$$

$$R = 5 \cdot 1 + 1 \cdot 5 = 10 \text{ м} \quad (3.6)$$

$$t_2 = t_{\text{св.}} - 10 = 15 - 10 = 5 \text{ мин} \quad (3.7)$$

3. Площадь пожара на момент введения первых стволов:

Пожар развивается по круговой форме, следовательно, площадь пожара вычисляем по формуле:

$$S_{\text{п}} = \pi \cdot (5 \cdot V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot t_1)^2 \quad (3.8)$$

$$S_{\text{п}} = 3,14 \cdot (5 \cdot 1 + 1 \cdot 5)^2 = 314 \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

4. Площадь тушения пожара:

Площадь тушения пожара  $S_{\text{т}}$  – часть площади пожара, на которую в данный момент времени подается огнетушащее вещество:

$$S_{\text{т}} = \pi \cdot h_{\text{т}} \cdot (2 \cdot R - h_{\text{т}}) \quad (3.10)$$

где

$h_{\text{т}}$  – глубина тушения стволов, соответственно принимается равной для ручных стволов – 5 м., для лафетных – 10 м.

$$S_{\text{т}} = 3,14 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 10 - 5) = 235,5 \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

Для тушения пожара принимаем ручные пожарные стволы с глубиной тушения  $h_{\text{т}}$  равной 5 метров (обычно это стволы РСК-50, РС-70 либо генераторы пены средней кратности ГПС-600).

5. Требуемый расход воды на тушение и защиту:

На площадь тушения:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}}^{\text{т}} \quad (3.12)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = 235,5 \cdot 0,1 = 23,55 \text{ л/с} \quad (3.13)$$

Интенсивность подачи огнетушащих веществ на защиту объекта, которому угрожает распространение пожара, принимается в 4 раза меньше, чем с интенсивностью на непосредственное тушение. То есть, на защиту соседнего объекта необходимо подать 5,9 л/с.

6. Общий расход на тушение и защиту:

$$Q_{\text{тр.}}^{\text{общ.}} = Q_{\text{ТР}}^{\text{T}} + Q_{\text{ТР}}^{\text{З}} \quad (3.14)$$

$$Q_{\text{тр.}}^{\text{общ.}} = 23,55 + 5,9 = 29,45 \text{ л/с} \quad (3.15)$$

Определим требуемое количество стволов на тушение и на защиту:

Количество стволов на тушение пожара. Исходя из тактических соображений, используем ствол ГПС-600:

$$N_{\text{ст.}}^{\text{T}} = Q_{\text{тр.}}^{\text{T}} / q_{\text{ст}} \quad (3.16)$$

где

$q_{\text{ст}}$  – расход воды одного генератора пены средней кратности ГПС-600.

$$N_{\text{ст.}}^{\text{T}} = 23,55 / 6 = 4 \text{ ГПС-600} \quad (3.17)$$

Количество стволов на защиту:

$$N_{\text{ст.}}^{\text{З}} = Q_{\text{тр.}}^{\text{З}} / q_{\text{ст}} \quad (3.18)$$

где

$q_{\text{ст}}$  – расход воды одного ствола РСК-50 (ствол «Б»).

$$N_{\text{ст.}}^{\text{З}} = 5,9 / 3,5 = 2 \text{ ствола РСК-50} \quad (3.19)$$

Общее количество стволов:

$$N_{\text{ст.}}^{\text{общ.}} = N_{\text{ст.}}^{\text{T}} + N_{\text{ст.}}^{\text{З}} \quad (3.20)$$

$$N_{\text{ст.}}^{\text{общ.}} = 4 + 2 = 6 \text{ (два ствола РСК-50 и четыре ГПС-600)} \quad (3.21)$$

7. Фактический расход воды:

Фактический расход огнетушащих средств на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} = N_{\text{ст.}}^{\text{T}} \cdot q_{\text{ст.}} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} = 4 \cdot 5,64 = 22,56 \text{ л/с} \quad (3.23)$$

Фактический расход огнетушащих средств на защиту:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{З}} = N_{\text{ст.}}^{\text{З}} \cdot q_{\text{ст.}} \quad (3.24)$$

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{З}} = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ л/с} \quad (3.25)$$

Общий фактический расход огнетушащих средств:

$$Q_{\phi.}^{общ.} = Q_{\phi.}^T + Q_{\phi.}^3. \quad (3.26)$$

$$Q_{\phi.}^{общ.} = 22,56 + 7 = 29,56 \text{ л/с} \quad (3.27)$$

#### 8. Обеспеченность объекта водой:

В нашем случае определяем обеспеченность объекта водой сравнивая водоотдачу водопроводной сети объекта и фактический расход воды на тушение и защиту. Водоотдача водопроводной сети ГРЭС составляет 35 л/с.  $Q_B > Q_{\phi}^{общ.}$  так как 35 л/с больше чем 29,56 л/с, следовательно, можно сделать вывод, что объект водой обеспечен и организации подачи воды в перекачку, либо с установкой на открытый водоисточник не требуется.

9. Требуемое количество пожарных машин, с учетом водоотдачи пожарного насоса:

$$N_M = Q_{\phi}^{общ.} / 0,8 \cdot Q_B \quad (3.28)$$

где

$Q_B$  – водоотдача пожарного насоса.

$$N_M = 29,56 / 0,8 \cdot 28 = 2 \text{ пожарных автомобиля} \quad (3.29)$$

10. Требуемое количество личного состава:

$$N_{лс} = k_{ст}^T \cdot 2 + k_{ст}^3 \cdot 1 + N_M + N_{пб} + N_{гдзс} + N_{раз.} \quad (3.30)$$

где

$k_{ст}^T \cdot 2$  – количество стволов на тушение (2 – требуемое количество человек на работу с одним стволом ГПС-600);

$k_{ст}^3 \cdot 1$  – количество стволов на защиту (1 – требуемое количество человек на работу с одним стволом РСК-50);

$N_M$  – количество людей, занятых на контроле за работой насосно-рукавных систем (1 человек на 1 машину);

$N_{пб}$  – количество людей, занятых на посту безопасности (1 человек);

$N_{гдзс}$  – количество человек в звеньях ГДЗС (3 человека);

$N_{раз.}$  – количество людей, занятых на работе у разветвления (1 человек).

В нашем случае итоговое число сотрудников будет равно:

$$N_{лс} = 4 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 2 + 1 + 3 + 1 = 17 \text{ человек} \quad (3.31)$$



# 11. Требуемое количество пожарных подразделений (отделений):

Средняя численность личного состава для одного отделения принимают четыре человека.

$$N_{\text{отд.}} = N_{\text{лс}} / 4 \quad (3.32)$$

$$N_{\text{отд.}} = 17 / 4 = 5 \text{ отделений} \quad (3.33)$$

Таким образом, для ликвидации данного пожара по расчетным данным необходимо 5 отделений, 4 ГПС-600 для ликвидации пожара, 2 РСК-50 для защиты соседних объектов, 2 АЦ. Общие результаты приведены в таблице 2. Схема расстановки сил и средств представлена на рисунке 6.

Таблица 2 – Силы и средства для ликвидации пожара на трансформаторе

Кол-во АЦ на пожарный гидрант	Кол-во РСК-50	Кол-во ГПС-600	Кол-во отделений	Кол-во личного состава
2	2	4	5	17

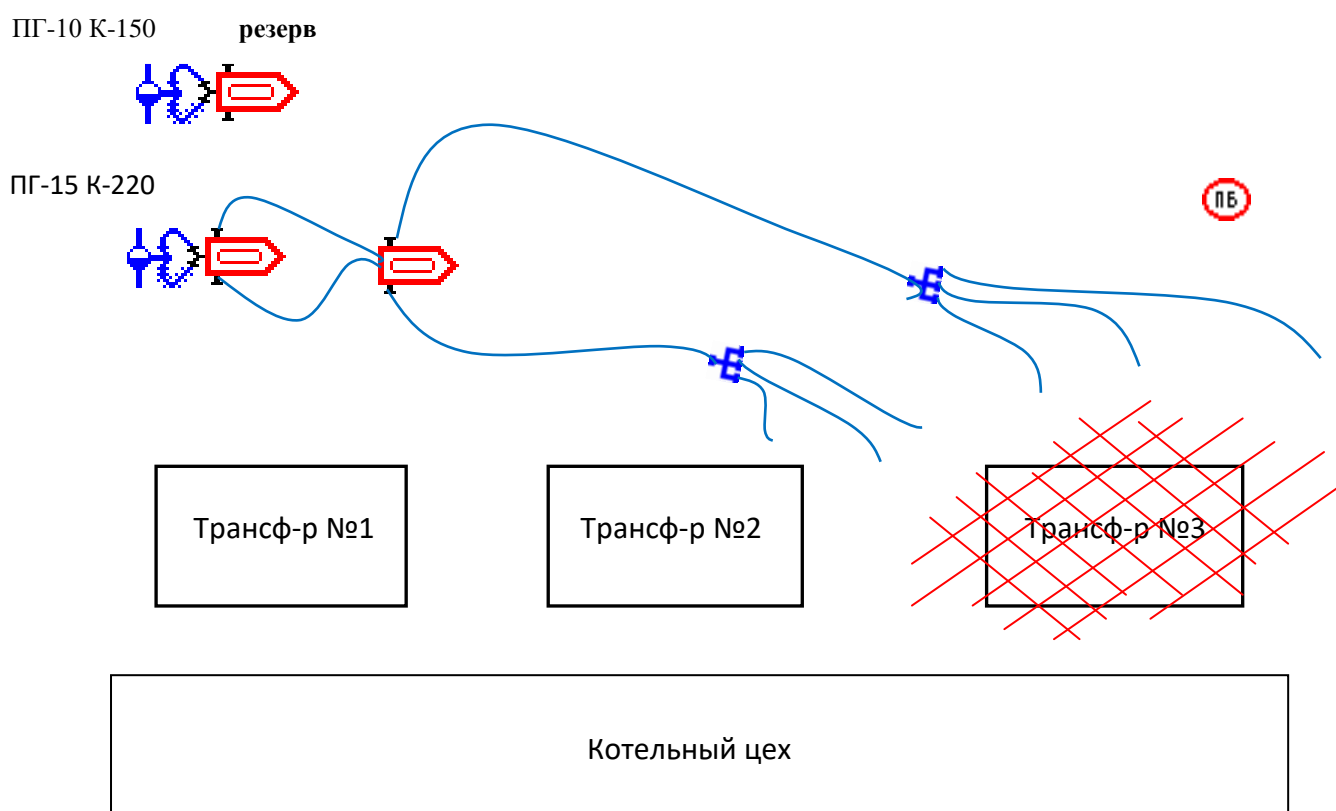


Рисунок 6 – Схема расстановки сил и средств при тушении трансформатора

## **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Социальная ответственность выполняет функцию социального регулирования и контроля поведения людей, она призвана побуждать членов общества к активному, социально полезному поведению, позволяющему в наиболее полном объеме реализовывать интересы личности и общества в целом.

Социальная ответственность представляет собой умение специалистов вести профессиональную деятельность в рамках подготовки с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые ими решения.

В данной выпускной квалификационной работе «Тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики» проанализирована пожарная безопасность объекта, рассмотрены особенности расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны. Объектом исследования данного раздела является пожар на открытом распределительном устройстве. В данном разделе выпускной квалификационной работы рассмотрено влияние вредных и опасных факторов на сотрудника аварийно-противопожарной службы при ликвидации пожара на данном объекте, а также экологическая безопасность, безопасность в ЧС и правовые вопросы обеспечения безопасности.

### **4.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Нормативно-правовой базой, из которой состоит Законодательство Российской Федерации об охране труда и техники безопасности работ является Конституция Российской Федерации, основы законодательства РФ об охране труда, законодательные и нормативные документы об охране труда.

Основы законодательства РФ об охране труда приняты Постановлением Верховного Совета РФ от 6 августа 1993 г. № 5601-1.

Они устанавливают гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности, и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней. [14].

Правовые нормы безопасности при осуществлении работы прописаны в следующих документах:

- №151 ФЗ «Об АСС и статусе спасателей» от 22.08.95 г.;
- ГОСТ Р 22.0.202-94 «Организация АСДНР»
- № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г.;
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015);
- ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.

Служба в аварийно-противопожарной службе строится в соответствии с принципами законности, уважения и соблюдения свобод личности и гражданина, гуманизма, гласности, соблюдения служебной дисциплины, справедливого вознаграждения за труд, продвижения по службе по результатам труда, с учетом способностей и квалификации. Сотрудник федеральной противопожарной службы имеет права согласно Федеральному закону № 141 от 23.05.2016 "О службе в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

#### **4.1.1. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место – это часть рабочей производственной площади, оборудованная всем необходимым. К рабочему месту предъявляются требования по ГОСТ 12.2.032-78, основное из которых эргономика:

- удобство при совершении работ;
- варьирование элементов рабочего места в зависимости от тяжести работ;
- учет индивидуальных особенностей работ.

Выполнение данных требований – неотъемлемое условие без травматической работы.

При тушении пожара на открытом распределительном устройстве площадь рабочей зоны зависит напрямую от размеров пожара. Необходимо соблюдать безопасные расстояния от боевых позиций до электроустановки.

Установка пожарных автомобилей и оборудования на безопасном расстоянии от места пожара обеспечивается так, чтобы они не препятствовали расстановке прибывающих сил и средств.

#### **4.2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Во время проведения работ по тушению пожара, пожарный постоянно находится под воздействием опасных и вредных факторов.

Вредные факторы обладают способностью становиться опасными при высоких уровнях или при длительном воздействии.

Проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут воздействовать на сотрудника противопожарной службы при выполнении работ по ликвидации пожара на объекте. Опасные и вредные факторы, воздействующие на пожарного во время ликвидации пожара, представлены в таблице 3.

*Таблица 3 – Опасные и вредные факторы, воздействующие на пожарного во время ликвидации пожара*

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
тушение пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики	1) повышенный уровень шума и вибрации; 2) недостаточная освещенность рабочей зоны; 3) наличие в воздухе рабочей зоны токсических веществ, образующихся при пожаре; 4) задымленность 5) физические и нервно-психические перегрузки организма работающего, связанные с напряженностью трудового процесса 6) высокая температура в зоне горения	1) движущиеся машины и механизмы, обрушение конструкции; 2) открытое пламя и искры; 3) поражение электрическим током; 4) работа на высоте 5) раскаленные поверхности конструкций	– Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; – ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования; – ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования; – ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; – ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования; – ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;

#### **4.2.1. Токсические вещества, образующиеся при пожаре.**

Одной из основных причин гибели людей при пожарах промышленных объектов (более 80 % случаев) является острое отравление газообразными продуктами горения различных строительных материалов и конструкций. Быстрое отравление организма возможно в результате

загрязнения окружающей атмосферы вредными веществами в концентрациях, создающих угрозу для жизни и здоровья.

Основными образующимися при пожаре токсичными веществами являются углекислый газ (опасная концентрация – более  $9,2 \text{ г/м}^3$ ), оксиды азота (опасная концентрация – более  $100 \text{ мг/м}^3$ ), хлороводород (опасная концентрация – более  $2000 \text{ мг/м}^3$ ), диоксид серы (опасная концентрация – более  $250 \text{ мг/м}^3$ ), угарный газ (опасная концентрация – более  $20 \text{ мг/м}^3$ ). Концентрация оксида углерода в воздухе до 0,2 % вызывает смертельные отравления людей при пребывании их в зоне в течение 30–60 минут, а при концентрации 0,5–0,7 % – в течение нескольких минут.[15]

К основным средствам защиты от токсических продуктов сгорания относятся индивидуальные средства защиты органов дыхания изолирующего типа. Изолирующие средства защиты органов дыхания обеспечивают подачу воздуха для нормального дыхания и изолируют органы дыхания от окружающей среды. В подразделениях пожарной охраны наибольшее распространение получили изолирующие противогазы и воздушно-дыхательные аппараты.

#### **4.2.2. Высокая температура в зоне горения**

Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Процесс горения на пожаре горючих веществ и материалов представляет собой быстро протекающие химические реакции окисления и физические явления, без которых горение невозможно, сопровождающиеся выделением тепла и свечением раскаленных продуктов горения с образованием диффузионного пламени.

Основными условиями горения являются: наличие горючего вещества, поступление окислителя в зону химических реакций и непрерывное выделение тепла, необходимого для поддержания горения.

Источник горения воздействует на горючее вещество, вызывает его нагревание, при этом в большей мере нагревается поверхностный слой, происходят активация поверхности, деструкция и испарение вещества, материала вследствие термических и физических процессов, образование аэрозольных смесей, состоящих из газообразных продуктов реакции и твердых частиц исходного вещества. [16]

Количество выделившегося тепла зависит от условий воздухообмена в очаге пожара, теплофизических свойств материалов, пожароопасных свойств горючих веществ и материалов, входящих в состав пожарной нагрузки.

Основными причинами пожаров на открытом распределительном устройстве являются перегрузка и короткое замыкание, неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации электрооборудования.

К мерам противопожарной защиты относят регулярные проверки объекта на уровень пожарной безопасности, пожарно-технические обследования, организация занятий и инструктажей, посвященных пожарной безопасности, среди персонала объекта, обеспечение исправности автоматических установок пожаротушения и т.д.

Горячий воздух при пожаре сильно повреждает дыхательные пути, легкие, глаза, кожу. Полученные повреждения часто опасны для жизни человека. При воздействии температуры свыше 100°C человек теряет сознание и гибнет через несколько минут.[17]

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от высоких температур относятся изолирующие костюмы (теплозащитные), средства защиты органов дыхания, средства защиты глаз, средства защиты рук, спецобувь, спецодежда, шлем, средства защиты от поражения электрическим током, т.е. диэлектрическая обувь, диэлектрические перчатки др.

Наиболее распространенным изолирующим костюмом в подразделениях пожарной охраны являются теплоотражательный костюм.

Он покрывается снаружи теплоотражающим материалом, который способен отражать примерно 90% теплоты излучения и создавать для человека оболочку изоляции. Дыхательный аппарат должен надеваться под костюм. Костюм позволит близко подходить к огню, но он не предназначен для того, чтобы подойти на непосредственное воздействие пламени.

#### **4.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации**

Основными источниками шума и вибрации при тушении пожара является производственное оборудование, работающая пожарная и спасательная техника.

Основными характеристиками вибрации являются амплитуда колебаний, частота, скорость и ускорение.

Общие требования безопасности к обеспечению вибрационной безопасности устанавливаются следующими нормативными документами:

- ГОСТ 12.1.012–2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Нормируемыми параметрами вибрации являются среднеквадратичные значения виброскорости (м/с) для каждого установленного направления, а также их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот. Для общей вибрации – в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц, для локальной вибрации – в октавных полосах 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями.

Защита от воздействия вибрации осуществляется двумя путями: можно изолировать либо источник вибрации, либо рабочее место персонала, обслуживающее установку [18]



Основными характеристиками шума являются звуковое давление, интенсивность звука и частота.

Гигиенические нормативы шума определены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
- СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий.

Во время работы пожарного оборудования уровень шума варьируется от 76 до 130 дБА.[19] В данном случае необходимо снабдить пожарных громкоговорителями и рациями. Длительное воздействие шума свыше 75 дБА может привести к резкой потере слуха – тугоухости или профессиональной глухоте. Однако более ранние нарушения наблюдаются в нервной и сердечно-сосудистой системе, других внутренних органах. Зоны с уровнем звука свыше 85 дБА должны быть обозначены знаками безопасности.[19] Рабочие, находящиеся в этих зонах, обязаны иметь при себе средствами индивидуальной защиты органов слуха.

#### **4.2.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.**

При ликвидации пожара обязательным условием безопасности является отключение электроснабжения объекта. Следовательно, если проводить работы по тушению пожара в ночное время суток, то можно столкнуться с таким вредным фактором, как недостаточная освещенность рабочей зоны. В норме минимальный уровень освещенности при работах вне зданий составляет от 2 до 50 лк. [20]

При отключении электроснабжения в случае пожара в темное время суток, объект должен обеспечиваться аварийным освещением. К средствам обеспечения аварийного освещения относятся светильники аварийного освещения.

Также усугубить ситуацию по ликвидации пожара и проведению аварийно-спасательных работ на объекте может задымление, которое, в свою очередь, станет причиной снижения видимости.

Для улучшения освещения рабочей зоны пожарным необходимо использовать индивидуальные фонари нагрудные или на шлем, поисково-спасательные фонари.

#### **4.2.5. Раскаленные поверхности конструкций**

Опасным фактором для пожарных при тушении пожара на открытом распределительном устройстве также являются раскаленные поверхности конструкций. Как правило, температура раскаленных поверхностей может достигать от 500 до 1000°С. При прямом контакте, человек может получить ожоги 3–4 степени. Во избежание этого, необходимо соблюдать технику безопасности при тушении пожара. К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от высоких температур относятся изолирующие костюмы (теплозащитные); средства защиты рук; спец.обувь; спец одежда, шлем.

#### **4.2.6. Задымленность**

Дым – совокупность мелких твёрдых частиц и газообразных продуктов, выделяющихся в воздух при сгорании чего-либо. Опасным задымлением считается такое, при котором видимость не превышает 10 м.

При термодеструкции материалов, образуется дым, который представляет собой сложный комплекс очень изменчивый по происхождению и составу. Частицы диаметром более 50 мкм практически не проникают в дыхательные пути, 5 мкм и более – оседают в верхних дыхательных путях, преимущественно в носоглотке (свыше 80 %), вызывая механическое и химическое раздражение слизистой оболочки. Частицы размером 0,3–4 мкм могут доходить до респираторных бронхиол; 0,2 мкм и менее – проникают в респираторные бронхиолы и альвеолярные ходы, менее 0,1 мкм – способны достигать альвеол. При этом мелкие частицы оказывают

не только местное, но и резорбтивное действие. Поверхность частиц дыма может легко сорбировать на себе токсичные газы, а после поступления в легкие эти газы могут десорбироваться и, проникая через альвеолярно-капиллярную мембрану, инициировать токсический процесс. Кроме того, в дыме может находиться высокотоксичный газ фосген, образующийся при контакте содержимого огнетушителя с горячей поверхностью.

Средствами защиты пожарных от дыма являются противогазы и воздушно-дыхательные аппараты.

#### **4.2.7. Физические и нервно-психические перегрузки организма во время трудового процесса**

Во время выполнения работ по тушению и ликвидации последствий пожара, сотрудник противопожарной службы сталкивается с:

- постоянной угрозой жизни и здоровью;
- непрерывным нервно-психическим напряжением, которое вызвано систематической работой в необычной среде. Из-за этого не только повышается нервно-психическое напряжение, но и нарушается водно-солевой баланс организма, его терморегуляция;
- эмоциональными и стрессовыми расстройствами;
- дискомфортным состоянием из-за непрерывного нахождения в боевой одежде и снаряжении;
- трудностями, которые связаны с проведения боевых работ в ограниченном пространстве (затрудняет действия, нарушает привычные способы передвижения, рабочие позы: работа в лежачем положении, продвижение ползком и др.).

Для защиты от данного фактора необходима профессиональная психологическая подготовка сотрудников противопожарной службы.

Сотрудник Государственной противопожарной службы должен обладать способностями и качествами, необходимыми, во время проведения работ по тушению пожаров. К таким качествам, прежде всего, относят:

ответственность, смелость, эмоциональную устойчивость, решительность, твердый характер и силу воли.

Эмоциональная устойчивость позволяет сотруднику ГПС МЧС сохранять необходимую физическую и психическую работоспособность во время ЧС. Кроме того, эмоционально устойчивые пожарные более эффективно справляются со стрессом, уверенно и хладнокровно применяют усвоенные навыки.

#### **4.2.8. Движущиеся машины и механизмы, разрушающиеся конструкции**

Причинами получения механических травм могут являться движущиеся машины и механизмы, которые задействованы в тушении пожара, а также разрушающиеся конструкции зданий и сооружений вследствие воздействия на них пожара. [21]

Для защиты пожарного от данных опасных факторов необходимо соблюдать правила пользования пожарным оборудованием, а также при выполнении специальных видов работ соблюдать требования инструкций по охране труда. Одними из основных средств защиты от движущихся машин и механизмов, а также при разрушении конструкций являются средства индивидуальной защиты головы (каска и шлемы для пожарных), костюм хлопчатобумажный, ботинки хромовые на кожаной подошве, рукавицы комбинированные, очки защитные.

#### **4.2.9. Расположение рабочего места на высоте**

Нередко работа пожарного проходит на значительной высоте относительно поверхности земли. В данном случае существует вероятность получения механических травм при падении.

К работам на высоте относятся работы, при которых:

а) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более, в том числе:

– при осуществлении работником подъема на высоту более 5 м, или спуска с высоты более 5 м по лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности составляет более 75°;

– при проведении работ на площадках на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м, а также, если высота защитного ограждения этих площадок менее 1,1 м.[22];

При работе на высоте личный состав подразделений ФПС обеспечивается средствами самоспасания пожарных и устройствами канатно-спусковыми индивидуальными пожарными ручными, исключающими их падение, с соблюдением следующих мер безопасности:

а) работа на ручной пожарной лестнице с пожарным стволом (инструментом) производится только после закрепления пожарного пожарным поясным карабином за ступеньку лестницы;

в) работу с пожарным стволом на высоте и покрытиях осуществляют не менее двух сотрудников личного состава подразделений ФПС;

г) рукавная линия закрепляется рукавными задержками.

Запрещается оставлять пожарный ствол без надзора даже после прекращения подачи воды, а также нахождение личного состава подразделений ФПС на обвисших покрытиях и на участках перекрытий с признаками горения.

Работы следует производить в рукавицах во избежание травмирования рук. [23]

К работе на высоте допускаются лица, достигшие возраста восемнадцати лет.

Работники, выполняющие работы на высоте, в соответствии с действующим законодательством должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры.

Работники, выполняющие работы на высоте, должны иметь квалификацию, соответствующую характеру выполняемых работ. Уровень

квалификации подтверждается документом о профессиональном образовании. [22]

#### **4.2.10. Открытое пламя и искры**

Горение всех жидких, газообразных и большинства твердых горючих веществ, которые, разлагаясь или испаряясь, выделяют газообразные продукты, сопровождается образованием пламени. Таким образом, пламя представляет собой газовый объем, в котором происходит процесс горения паров и газов.

Все тепло в процессе горения выделяется из пламени. Часть этого тепла расходуется на нагревание продуктов горения и становится источником для поддержания дальнейшего горения. Вторая часть его уносится в пространство в виде тепловых лучей, которые нагревают окружающие предметы.

Открытый огонь очень опасен, так как воздействие пламени на тело человека вызывает ожоги. Еще большую опасность представляет тепловое излучение огня, которое может вызвать ожоги тела, глаз и др.

Клиническими признаками поражения верхних дыхательных путей являются ожог лица, наличие обожженных волос на лице или в носовых ходах, выделение мокроты, содержащей сажу, а также респираторный дистресс-синдромом или свистящее дыхание.

При термических ожогах необходимо охладить ожоговую поверхность, наложить стерильную повязку и холод поверх повязки. Дать пострадавшему обильное прохладное питье. При наличии волдырей, ни в коем случае нельзя их вскрывать и т.д. Также из раны запрещается удалять посторонние предметы и прилипшую одежду.

К основным средствам индивидуальной защиты пожарного от термических ожогов относятся изолирующие костюмы (теплозащитные), средства защиты органов дыхания, средства защиты глаз, средства защиты рук, спецобувь, спецодежда.

#### **4.2.11. Поражение электрическим током**

При ликвидации пожара на открытом распределительном устройстве высок риск поражения электрическим током.

Рассматриваемое открытое распределительное устройство имеет класс напряжения 110 кВ, частота переменного тока – 50 Гц.

Основными причинами электрического поражения являются нарушение изоляции или потеря изолирующих свойств, непосредственное прикосновение или опасное приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, а также ошибочность действий персонала.

К основным мерам защиты от электропоражения относятся профилактика изоляции, защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение, молниезащита, применение низких напряжений, использование ограждающих защитных средств.

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся диэлектрическая обувь, диэлектрические перчатки, изолирующие токоизмерительные клещи, электроизолирующая каска и т.д.

#### **4.3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Пожары являются наиболее распространенными аварийными ситуациями, при которых происходит загрязнение окружающей среды.

Экологически опасные факторы пожара: токсичность продуктов горения, плотность дыма, температура пожара. Они являются негативными абиотическими факторами для экосистем суши и водных объектов.

В условиях пожара вещества и материалы при горении сгорают не полностью и наряду с частичками сажи попадают в ОС в виде газообразных, жидких продуктов горения. Тепловые потоки, регулирующие газообмен и развитие пожара, обеспечивают перенос загрязнителей в пространстве.

При горении в атмосферу выбрасываются не только твердые частицы, но и пыли органического и минерального происхождения. Попадая в

атмосферу они смешиваются с водяными парами восходящих воздушных потоков, эти соединения способны сформировать токсичные облачные структуры, из которых они проливаются в виде дождей. Кислотные дожди являются причиной гибели растительности и животных, а также приводят к другим негативным изменениям окружающей природной среды.

На склонах пересеченного рельефа интенсивно развиваются эрозионные процессы.

Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменением химического состава, температуры воздуха, воды и почвы.

Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение окружающей среды может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении.

Фреоны оказывают разрушающее действие на озоновый слой, так как способны долгое время находиться в атмосфере и взаимодействовать с озоновым слоем на больших высотах. Поверхностно-активные вещества, применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред окружающей среде. Попадая в водоемы, они препятствуют поступлению кислорода. В результате происходит гибель фитопланктона, рыб.

В целях уменьшения вредного воздействия на окружающую среду необходимо:

- организовать уборку продуктов сгорания и оставшихся огнетушащих веществ и вывоз их в установленное место;
- при применении пены разработать мероприятия по ее удалению.

#### **4.4. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или



окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.[24]

На открытых распределительных устройствах чаще всего пожары происходят на силовых трансформаторах. Пожары в электроустановках относятся к классу Е – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

Пожары трансформаторов тушат пеной средней кратности с интенсивностью подачи раствора пенообразователя  $0,2 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ , а также тонкораспыленной водой с интенсивностью  $0,1 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ .

При тушении пожара на электроустановке необходимо в обязательном порядке заземлить пожарную технику. Каждый сотрудник противопожарной части, принимающий участие в тушении пожара и проведении АСР обеспечивается диэлектрическим комплектом, включающим в себя диэлектрические боты, перчатки диэлектрические и т.д.

Во избежание каких-либо нештатных ситуаций с личным составом, все, кто привлекается на тушение пожара, должны знать и неукоснительно соблюдать технику безопасности перед началом работ, во время работы и по окончании работ. Для этого весь начальствующий состав, привлекаемый к тушению пожаров на этих объектах, должен тщательно изучить оперативно-тактические особенности объекта и, вместе с личным составом всех караулов, участвующих в тушении пожаров, не реже одного раза в год проходить специальный инструктаж. Командно-штабные учения по тушению пожаров на объектах энергетики проходят раз в полгода.

Во всех случаях, когда возникают ситуации, которые угрожают спасателям, руководитель тушения пожара должен обеспечить эвакуацию личного состава в безопасное место, причём руководитель тушения пожара и весь личный состав подразделения должен действовать быстро и решительно, сохраняя спокойствие и не поддаваясь панике.

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Ущерб, приносимый обществу от пожаров очень высок. В современном мире вопрос пожарной безопасности актуален и требует решающих мер, необходимых для предотвращения пожароопасных ситуаций и их развития. Предметом выпускной квалификационной работы по теме «Тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики» является производство программы действий при пожаре на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение тактики тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

Данный раздел предусматривает выполнение следующих задач:

- Выявить потенциальных потребителей результатов исследования;
- провести анализ конкурентных технических решений;
- провести SWOT-анализ;
- провести Quad-анализ;
- распланировать структуру работы в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость работ;
- разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научного исследования (НТИ);
- оценить эффективность исследования.

## 5.1. ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

### 5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Суть данной работы заключается в выработке методики тактики тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

Исходя из этого можно выделить потенциальных потребителей результатов исследования – это региональные подразделения МЧС России, нештатные аварийно-спасательные формирования и другие. На территории Томской области потенциальными потребителями являются Главное управление МЧС России по Томской области, Поисково-спасательная служба по Томской области, пожарные части МЧС России. На рисунке 7 представлена карта сегментирования.

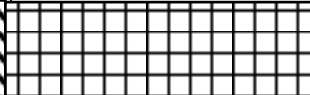


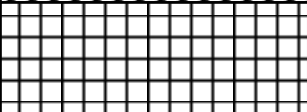




		Вид разработок		
		ТБ при тушении ОРУ	Применение средств пожаротушения на ОРУ	Основные действия при тушении ОРУ
Размер организаций	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 7 – Карта сегментирования

 – Пожарная часть;      – Аварийно-спасательная часть;  
 – МЧС.

Исходя из данных карты сегментирования, видно что крупные организации более заинтересованы в разработке по тактике тушения пожара на открытом распределительном устройстве объекта энергетики.

### 5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения, а также помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы повысить конкурентоспособность исследования.

Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

1 – наиболее слабая позиция;

5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 4 представлен анализ конкурентных технических решений. Инженерные мероприятия как «ИНЖ», технические «ТЕХ».

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>инж</sub>	Б <sub>тех</sub>	К <sub>инж</sub>	К <sub>тех</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
2.Безопасность	0,2	4	2	0,8	0,4
3. Простота эксплуатации	0,05	2	2	0,1	0,1
4. Функциональная мощность	0,05	5	3	0,25	0,15
5. Сотрудничество с поставщиками	0,2	3	2	0,6	0,4
6.Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	4	0,4	0,4

Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0,1	3	3	0,3	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	2	0,4	0,2
3. Точность	0,1	4	3	0,4	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	-	-	<b>3,75</b>	<b>2,65</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя

Таким образом, можно сделать вывод, что использование инженерных мероприятий для ликвидации пожаров на объектах энергетики является наиболее эффективным и целесообразным. Это возможно благодаря инженерным мероприятиям, которые включают в себя оснащение сил МЧС и других противопожарных структур различными средствами пожаротушения, разработку эффективных методов быстрого реагирования на ЧС, которые позволяют произвести тушение пожара в кратчайшие сроки либо на этапе его возникновения. Его конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 3,75.

### 5.1.3. SWOT-анализ

Для комплексной оценки научного исследования применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице Б.1 Приложения Б.

В таблице 5 представлена интерактивная матрица проекта

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта					Слабые стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+	-	-	0	-	-
	B2	0	+	+	+	+	0	0	-	0	+
	B3	-	+	0	+	+	0	-	0	-	-
	B4	+	+	0	0	+	0	0	0	-	-
	B5	+	0	+	0	+	-	-	0	+	-
Угрозы проекта	У1	0	+	+	0	+	-	-	-	0	0
	У2	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+
	У3	0	0	+	-	+	-	-	-	0	0
	У4	+	+	0	+	0	+	+	+	-	+
	У5	0	+	0	+	+	0	0	0	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы, можно выявить следующие коррелирующие:

- сильных сторон и возможностей: B1C1C2C3C4C5, B2C2C3C4C5, B3C2C4C5, B4C1C2C5, B5C1C3C5;
- слабых сторон и возможностей: B2Сл5, B5Сл4;
- сильных сторон и угроз: У1C2C3C5, У2C1C2C3C4C5, У3C3C5, У4C1C2C3, У5C2C4C5;
- слабых сторон и угроз: У2Сл5, У4Сл1Сл2Сл3Сл5.

#### 5.1.4. Анализ Quad

Технология Quad представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений.

В соответствии с технологией Quad каждый показатель оценивается экспертным путем по шкале от 1 до 100, где 1 – наиболее слабая позиция, а

100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

В таблице 6 представлен анализ Quad.

*Таблица 6 – Оценочная карта конкурентных разработок*

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5*2)
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,1	90	100	0,9	0,09
2. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
3. Безопасность	0,1	70	100	0,7	0,07
4. Простота эксплуатации	0,05	90	100	0,9	0,045
5. Качество интеллектуального интерфейса	0,2	100	100	1	0,2
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
6. Конкурентоспособность продукта	0,2	90	100	0,9	0,18
7. Цена	0,05	70	100	0,7	0,035
8. Наличие сертификации разработки	0,1	60	100	0,6	0,06
<b>Итого</b>	1				0,84

Исходя из полученного средневзвешенного значения показателей качества и перспективности, можно считать, что разработка является перспективной.

## **5.2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования**

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках научного исследования;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;

– построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного научного исследования необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и студент. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Планирование НИ – это составление календарных планов выполнения комплексов работ, определение денежных средств, необходимых для их реализации, а также трудовых и материальных ресурсов.

Перечень основных этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 7.

*Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей*

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы ВКР	Руководитель
	2	Составление предварительного плана ВКР	Руководитель, студент
Теоретическая подготовка	3	Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР	Руководитель, студент
	4	Изучение и выбор метода исследований ВКР	Руководитель, студент
	5	Написание теоретической части	Студент
Экспериментальные исследования	6	Проведение расчетов по теме ВКР	Студент
	7	Обоснование расчетов по теме ВКР	Студент
	8	Построение схем по расчетам	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Анализ полученных результатов	Руководитель, студент
	10	Оформление итогового варианта ВКР	Студент
	11	Проверка ВКР	Руководитель



### 5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

В данной работе трудовые затраты образуют основную часть стоимости научного исследования. Поэтому немаловажным является определение трудоемкости работ каждого из участников исследования.

Несмотря на то, что трудоемкость носит стохастический характер, данную величину можно определить экспертным путем в «человеко-днях».

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости  $t_{ож i}$  определяется по формуле:

$$t_{ож i} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{макс i}}{5}, \quad (5.2)$$

где  $t_{мин i}$  – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является оптимистичной оценкой: при удачном стечении обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макс i}$  – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является пессимистичной оценкой: при неудачном стечении обстоятельств, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ :

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (5.3)$$

где  $Ч_i$  – количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

### 5.2.3. Разработка графика проведения НИ

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ.

Диаграмма состоит из блоков, расположенных на двух осях: по вертикали располагаются задачи, из которых состоит исследование, а время, запланированное на их выполнение, служит горизонтальной осью

диаграммы Ганта. Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{ki.рук} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (5.4)$$

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (5.5)$$

где  $k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.рук} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5.6)$$

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5.7)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;  $T_{кал}$  – общее количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Составление и утверждение темы ВКР»:

$$T_{ож\ i} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8 \text{ чел. – дн.} \quad (5.8)$$

$$T_{р\ i} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ раб. дн.} \quad (5.9)$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$K_{кал.рук.} = \frac{366}{366 - 66 - 14} = 1,28 \quad (5.10)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Составление и утверждение темы ВКР»:

$$T_{к.рук.} = 1,8 \cdot 1,28 \approx 4 \text{ кал. дн.} \quad (5.11)$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели  
(рабочая неделя студента):

$$K_{\text{кал.ст.}} = \frac{366}{366-66-14} = 1,28 \quad (5.12)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Написание теоретической части»:

$$T_{\text{к.рук.}} = 10,2 \cdot 1,28 \approx 13 \text{ кал.дн.} \quad (5.13)$$

Все полученные значения в календарных днях представлены в таблице В.1 Приложения В.

После проведенных расчетов, представленных в таблице В.1 Приложения В, строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 8.

Таблица 8 – Календарный план график проведения НИ

№	Вид работы	Исполнитель	Тк												
				февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы ВКР	Руководитель, студент	3												
2	Составление предварительного плана ВКР	Руководитель, студент	3												
3	Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР	Руководитель, студент	4												
4	Изучение и выбор метода исследования	Руководитель, студент	6												
5	Написание теоретической части	Студент	13												
6	Проведение расчетов по теме ВКР	Студент	10												
7	Обоснование расчетов	Студент	4												
8	Построение схем по расчетам	Студент	5												
9	Анализ полученных результатов	Руководитель студент	4												
10	Итоговое оформление ВКР	Студент	21												
11	Проверка ВКР	Руководитель	5												

 – студент;  – руководитель

Календарные дни представлены в таблице 9.

*Таблица 9 – Сводная таблица по календарным дням*

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	78
Общее количество календарных дней, в течение которых работал студент	53
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	25

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и студента, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников исследования.

### **5.3. БЮДЖЕТ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА**

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых затрат (расходов), необходимых для его выполнения:

- материальные затраты ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### **5.3.1. Расчет материальных затрат научного исследования**

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Поэтому необходимо учитывать материальные затраты.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (5.14)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (в данной работе принимается равным 15 %).

Результаты расчётов по затратам на материалы приведены в таблица 10.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб	
		Рук.	Студ.	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.
Ручка	Шт.	1	2	50	50	58	115
Блокнот	Шт.	0	1	0	100	0	115
Бумага	Лист А4	20	500	0,7	0,7	16	403
Чернила для принтера	Шт.	1	1	800	800	920	920
Интернет	М/бит (пакет)	1	3	500	350	575	1208
Итого						1569	2761

### 5.3.2. Расчет затрат на программное обеспечение для научных работ

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость исследования входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. При выполнении научного исследования использовался компьютер со встроенным программным обеспечением, необходимом для выполнения

исследовательской работы. В таблице 11 представлены затраты на оборудование.

*Таблица 11 – Затраты на оборудование*

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Компьютер	1	5	40	40
<b>Итого</b>		40 тыс. руб.			

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (5.15)$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m, \quad (5.16)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для компьютера, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2, \quad (5.17)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 40000}{12} \cdot 3 = 2000 \text{ руб.} \quad (5.18)$$

### **5.3.3. Основная заработная плата исполнительской темы**

В данном разделе рассчитывается заработная плата студента и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью исследования и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}}, \quad (5.19)$$

Для руководителя:

$$З_{\text{осн}} = 2116,5 \cdot 17,2 = 36403,8 \text{ руб.} \quad (5.20)$$

Для студента:

$$З_{\text{осн}} = 201,2 \cdot 52,2 = 10502,6 \text{ руб.} \quad (5.21)$$

где  $З_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{дн}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{252} = 2116,5 \text{ руб.} \quad (5.22)$$

где  $З_{\text{м}}$  – должностной оклад работника за месяц;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 48 раб. дней –  $M=10,4$  месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Среднедневная заработная плата студента:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{дн}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{4875 \cdot 10,4}{252} = 201,2 \text{ руб.} \quad (5.23)$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$З_{\text{тс}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (5.24)$$

Для студента:

$$З_{\text{тс}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 2500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 4875 \text{ руб.} \quad (5.25)$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г. Томска).

В таблице 12 представлен баланс рабочего времени. В таблице 13 представлен результаты расчета основной заработной платы.

*Таблица 12 – Баланс рабочего времени*

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней (выходные, праздничные дни)	66	66
Потери рабочего времени (отпуск невыходы по болезни)	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

*Таблица 13 – Расчет основной заработной платы*

Исполнители	$З_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$З_m$ , руб	$З_{дн}$ , руб	$T_p$ , раб.дн.	$З_{осн}$ , руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2116,5	17,2	36403,8
Студент	2500	0,3	0,2	1,3	4875	201,2	52,2	10502,6
<b>Итого:</b>								46906,4

#### 5.3.4. Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 36403,8 = 5460,5 \text{ руб}, \quad (5.26)$$

Для студента:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 10502,6 = 1575,4 \text{ руб}, \quad (5.27)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

#### 5.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:



Для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.28)$$

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (36403,8 + 5460,5), = 12559 \text{ руб.} \quad (5.29)$$

Для студента:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.30)$$

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (10502,6 + 1575,4) = 3623 \text{ руб.} \quad (5.31)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14.

*Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды*

	Исполнители	
	Руководитель	Студент
<b>Основная заработная плата, руб.</b>	36403,8	10502,6
<b>Дополнительная заработная плата, руб</b>	5460,5	1575,4
<b>Коэффициент отчислений</b>	0,30	
<b>Итого</b>	12559	3623

### 5.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты, такие как: печать и ксерокопирование документов, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и др.

Накладные расходы в целом рассчитываются по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр} = 76454 \cdot 0,16 \approx 12233 \text{ руб.} \quad (5.32)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,16).

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости по форме, приведенной в таблице 15.

*Таблица 15 – Группировка затрат по статьям*

Статьи							
Материальные затраты	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
4330	2000	46906	7036	16182	76454	12233	88687

### 5.3.7. Формирование бюджета затрат НИ

Расчетная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Результаты расчета бюджета затрат проекта представлены в таблице 16.

*Таблица 16 – Расчет бюджета затрат проекта*

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	4330	Пункт 4.3.1
2. Затраты на специальное оборудование	2000	Пункт 4.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	46906	Пункт 4.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7036	Пункт 4.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	16182	Пункт 4.3.5
6. Накладные расходы	12233	16% от ст.1–5
Итого	88687	Сумма статей 1–6

## 5.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НИ

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин:

финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.33)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научного исследования (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{инж}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{88687}{88687} = 1, \quad (5.34)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{77000}{88687} = 0,86, \quad (5.35)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Далее необходимо произвести оценку ресурсоэффективности исследования, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.36)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент исследования;

$b_i$  – бальная оценка исследования, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик исследования, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 17.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения исследования

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	
		Б <sub>инж</sub>	Б <sub>тех</sub>
1. Надежность	0,1	5	4
2. Безопасность	0,2	4	2
3. Простота эксплуатации	0,05	2	2
4. Функциональная мощность	0,05	5	3
5. Сотрудничество с поставщиками	0,2	3	2
6. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	4
1. Цена	0,1	3	3
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	2
3. Точность	0,1	4	3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	-	-

$$I_p(\text{инж.}) = 3,75$$

$$I_p(\text{тех.}) = 2,65$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр}}}, \quad (5.37)$$

$$I_{\text{инж}} = \frac{3,75}{1} = 3,75, \quad (5.38)$$

$$I_{\text{тех}} = \frac{2,65}{0,86} = 3,08, \quad (5.39)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность исследования. Сравнительная эффективность исследования ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{инж}}}{I_{\text{тех}}} = \frac{3,75}{3,08} = 1,22, \quad (5.40)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{тех}}}{I_{\text{инж}}} = \frac{3,08}{3,75} = 0,8, \quad (5.41)$$

В таблице 18 представлены показатели оценки ресурсоэффективности.

*Таблица 18 – Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности*

№ п/п	Показатели	Инж.	Тех.
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,88
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,75	2,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,75	3,08
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,22	0,8

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первый вариант решения в поставленной бакалаврской работе задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, была рассмотрена тактика тушения пожара на открытом распределительном устройстве ГРЭС, расположенном в р. Казахстан, Карагандинской области, в трех километрах от п. Топар.

В ходе анализа пожарной опасности было выявлено, что основными пожароопасными установками на ОРУ являются трансформаторы и выключатели, из-за наличия горючего масла. Кроме того были определены показатели пожарной опасности масла – температура вспышки составляет 135°C, температура воспламенения составляет 180°C, и температура самовоспламенения составляет 350°C., категория по пожарной опасности наружных установок – В<sub>н</sub>, классы пожара – класс Е и класс В подкласс В<sub>1</sub>, причины возникновения пожаров в трансформаторах и выключателях.

Неотъемлемым правилом при тушении пожара на открытом распределительном устройстве является заземление пожарной техники, а также работа личного состава пожарных подразделений в средствах электрозащиты.

Были рассчитаны силы и средства для ликвидации пожара на трансформаторе, возникшем по причине короткого замыкания. Время следования пожарных подразделений до места пожара, при расстоянии 3 км и средней скорости пожарного автомобиля 40 км/с, составило 5 минут. Согласно рассчитанным данным требуемая численность личного состава для ликвидации данного пожара составила 17 человек. Исходя из этого, количество отделений, требуемых для ликвидации пожара, равняется 5. Для пожаротушения на трансформаторе, им понадобится 2 ствола РСК-50 на защиту соседних установок, и 4 ГПС-60 непосредственно на само тушение. На пожарный гидрант, водоотдача которого составляет 35 л/с, необходимо установить две пожарные автоцистерны. Фактический расход воды на тушение и защиту составляет 29,56 л/с. Следовательно, для ликвидации

пожара, организации подачи воды в перекачку, либо с установкой на открытый водоисточник не требуется.

Проведенные расчеты позволили определить нужное количество сил и средств подразделений пожарной охраны, что может помочь ликвидировать пожар на трансформаторе в кратчайшие сроки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический сборник/ под общей редакцией А.В. Матюшина. – М. ВНИИПО, 2016. –124 с.
2. Основные положения Энергетической стратегии России на период до 2020 года // прил. к обществ. - дел. журн. «Энергетическая политика». – М.: ГУ ИЭС, 2001. – 120 с.
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. № 1100н "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы".
4. Терещев В.В., Артемьев Н.С., Думилин А.И. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 2: Промышленные здания и сооружения. - 2006. - 410 с. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытания.
5. ГОСТ Р 50588-93 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытания от 28.07.93 N 191.
6. Верзалин М.М., Повзник Я.С. Пожарная Тактика: М.: ЗАО «Спецтехника НПО», 2007. – 221с.
7. Тушение пожаров в электроустановках [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://forca.ru>.
8. Общая пояснительная записка ГРЭС 463-ПЗ от 18 мая 2016г. // ГРЭС ТОО «Kazakhmys Energy» (Казахмыс Энерджи) Замена турбоагрегатов ст. №1 и 2 на турбоагрегаты типа К-130-8,8.
9. Технический паспорт Ф-2 от 21 марта 2014г. «Паспорт ТДЦ-175000/110У1».
10. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
11. Технический паспорт Ф-3 от 21 марта 2014г. «Паспорт трансформаторного масла».



12. ГОСТ 27331-87 (СТ СЭВ 5637-86) Пожарная техника. Классификация пожаров.
13. Булкаиров А.Б., Сачко И.В. Справочник расчета сил и средств по тушению пожаров: М.: Кокшетау: КТИ АЧС РК, 2003 г., 40 с.
14. "Основы законодательства Российской Федерации об охране труда" (утв. ВС РФ 06.08.1993 N 5600-1) (ред. от 18.07.1995) ТК РФ, N 163 Трудовой кодекс Российской Федерации, 2011
15. Романов В.И. Прикладные аспекты аварийных выбросов в атмосферу: Справочное пособие / М.: Изд-во Физматкн., 2006. – 490с
16. Сечин А.И., Кырмакова О.С. Пожаровзрывозащита: Учебное пособие / Изд-во ТПУ, 2015. – 250с
17. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. – Ростов н/Д: «Феникс», 2000.– 352с.
18. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
19. Терещенков В.В., Артемьев Н.С., Думилин А.И. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 2: Промышленные здания и сооружения. - 2006. – 410 с.
20. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
21. Б.С. Мастрюков Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов / Б.С. Мастрюков.– М.: Академия, 2009. – 320 с.
22. Приказ от 28 марта 2014 года №155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте»
23. Приложение к приказу Министерства труд и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. N 1100н «Правила по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы»с.
24. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в ЧС. Термины и определения.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

Таблица А.1 – Общие сведения о ГРЭС

Функциональное назначение организации	Производство электроэнергии
Вид ограждения территории, количество и расположение въездов	Территория ГРЭС ограждена ж/б и металлическим забором, имеется 2 въезда (через КПП и КПП «4»)
Наружное противопожарное водоснабжение и расстояние до них от основного здания	<p>На территории ГРЭС находится 18 пожарных гидрантов</p> <p>ПГ-1 К-220, ацетиленовая станция – 26м.</p> <p>ПГ-2 К-220, РМЦ – 50 м.</p> <p>ПГ-3 К-220, склад 1-2 – 56м.</p> <p>ПГ-4 К-220, узел пересыпки – 14м.</p> <p>ПГ-5 К-220, пожарная насосная – 18м.</p> <p>ПГ-6 К-220, ТТЦ – 14м.</p> <p>ПГ-7 К-220, огнегасительная станция – 14м.</p> <p>ПГ-8 К-150, служебный корпус – 41м.</p> <p>ПГ-9 К-150, служебный корпус – 11м.</p> <p>ПГ-10 К-150, ОРУ-110 – 5м.</p> <p>ПГ-11 К-150, главный щит – 45м.</p> <p>ПГ-12 К-150, релейный щит – 31м.</p> <p>ПГ-13 К-150, релейный щит – 6м.</p> <p>ПГ-14 К-150, ОРУ – 18м.</p> <p>ПГ-15 К-150, ОРУ – 10м.</p> <p>ПГ-16 К-300, маслохозяйство – 42м.</p> <p>ПГ-17 К-150, стоянка бульдозеров – 12м.</p> <p>ПГ-18 К-150, столовая – 10м.</p> <p>ПВ-1 (1000 м.куб. для обеспечения работы УПТ резервуаров)</p>
Наличие и местонахождение устройства общего отключения электроснабжения	Отключается централизованно по команде дежурного инженера станции.

Таблица Б.1 – SWOT анализ

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p><b>С1.</b> Простота и доступность в использовании.</p> <p><b>С2.</b> Совершенствования организационно-тактических и технических возможностей пожарных подразделений.</p> <p><b>С3.</b> Более низкая стоимость расчетов в сравнении с другими фирмами, занимающимися оценкой пожароопасности зданий.</p> <p><b>С4.</b> Практическая отработка начальствующим и рядовым составом всех вопросов организации и тактики тушения пожара на конкретном объекте.</p> <p><b>С5.</b> Проект имеет минимальные затраты на разработку</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p><b>Сл1.</b> Присутствие погрешности при расчетах.</p> <p><b>Сл2.</b> Возможное неверное воспроизведение методики при расчетах.</p> <p><b>Сл3.</b> Спорные вопросы о положительных и отрицательных сторонах предлагаемых методик для расчетов.</p> <p><b>Сл4.</b> Большие временные затраты на полноценный расчет и выводы по расчетам.</p> <p><b>Сл5.</b> Многократная смена требований нормативно-технической документации.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p><b>В1.</b> Проведение практических пожарных учений.</p> <p><b>В2.</b> Повышение уровня пожарной безопасности на объекте.</p> <p><b>В3.</b> Повышение практических навыков в области тактики тушения пожаров.</p> <p><b>В4.</b> Рекомендаций по повышению навыков действий в ЧС у персонала.</p> <p><b>В5.</b> Расчет необходимых сил и средств для привлечения к ликвидации пожара.</p>	<p>– План проведения практических пожарных учений – простота и доступность в использовании, совершенствование навыков пожарных спасателей в результате практической отработки. Как следствие – повышение уровня пожарной безопасности. Минимальные затраты на разработку, установленное количество необходимой спасательной техники для спасения и тушения пожара.</p>	<p>– Повышение уровня пожарной безопасности связано с большими временными затратами для повсеместного введения. Необходимы денежные затраты со стороны государства и со стороны администрации рассматриваемого объекта.</p>

*Продолжение таблицы Б.1*

<p><b>Угрозы:</b></p> <p><b>У1.</b> Отсутствие спроса на предлагаемые методики в связи с имеющимися программами для расчетов пожарных рисков и времени эвакуации.</p> <p><b>У2.</b> Конкуренция со стороны фирм, занимающихся вопросами пожарной безопасности зданий.</p> <p><b>У3.</b> Отсутствие финансирования разработчика проекта со стороны государства.</p> <p><b>У4.</b> Введения дополнительных государственных требований в области пожарной безопасности.</p> <p><b>У5.</b> Общий низкий уровень подготовки личного состава и руководства в области пожаротушения.</p>	<p>– Возможное изменение требований государственных стандартов – совершенствование навыков пожарных спасателей. С развитием информационных технологий появляется возможность моделирования пожаров в зданиях и проработка сценария локализации и ликвидации пожара.</p>	<p>– Возможна конкуренция со стороны фирм, занимающихся разработкой пожарной безопасности зданий, с учетом введения новых требований необходимы денежные средства на реализацию всех нормативов. На данный момент существует множество споров эффективности и качества существующим методикам.</p>
---	---	--

## Приложение В

Таблица В.1 – Временные показатели проектирования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длит-ть работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длит-ть работ в календарн ых днях $T_{ki}$	
	$t_{min},$ чел-дни		$t_{max},$ чел-дни		$t_{ож},$ чел-дни					
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
Составление и утверждение темы ВКР	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	3	-
Составление предварительного плана ВКР	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР	5	5	7	7	5,8	5,8	2,9	2,9	4	4
Изучение и выбор метода исследования	7	7	10	10	8,2	8,2	4,1	4,1	6	6
Написание теоретической части	-	9	-	12	-	10,2	-	10,2	-	13
Проведение расчетов по теме ВКР	-	7	-	9	-	7,8	-	7,8	-	10
Обоснование расчетов	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4
Построение схем по расчетам	-	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5

*Продолжение таблицы В.1*

Анализ полученных результатов	5	5	7	7	5,8	5,8	2,9	2,9	4	4
Итоговое оформление ВКР	-	14	-	20	-	16,4	-	16,4	-	21
Проверка ВКР	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	5	-